

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Veterinária

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Rafael Araújo de Menezes

**POTENCIAL PRODUTIVO E QUALIDADE DAS SILAGENS DE SEIS NOVOS  
HÍBRIDOS DE GIRASSOL**

Belo Horizonte

2022

Rafael Araújo de Menezes

**Potencial produtivo e qualidade das silagens de seis novos híbridos de girassol**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Lúcio Carlos Gonçalves

Belo Horizonte

2022

## Ficha catalográfica

M543p Menezes, Rafael Araujo de, 1994 -  
Potencial produtivo e qualidade das silagens de seis Genótipos de girassol / Rafael Araujo de Menezes. - 2022.  
48 f.:il

Orientador: Lúcio Carlos Gonçalves

Dissertação (Mestrado) apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Bibliografias: f. 35 a 42.

1. Silagem - Qualidade - Teses - 2. Digestibilidade - Teses - 3. Nutrição animal - Teses - I. Gonçalves, Lúcio Carlos - II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária - III. Título.

CDD – 633.2

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569

Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais



Escola de Veterinária  
UFMG

ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG  
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
Av. Antônio Carlos 6627 - CP 567 - CEP 30123-970 - Belo Horizonte- MG  
TELEFONE (31)-3409-2173

www.vet.ufmg.br/academicos/pos-graduacao  
E-mail cpgzootec@vet.ufmg.br

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO RAFAEL ARAÚJO DE MENEZES**

Às 09:00 horas do dia 07 de fevereiro de 2022, reuniu-se, remotamente, a Comissão Examinadora de dissertação, aprovada em reunião ordinária no dia 29/10/2021, para julgar, em exame final, a defesa da dissertação intitulada:

POTENCIAL PRODUTIVO E QUALIDADE DAS SILANENS DE NOVOS GENÓTIPOS DE GURASSOL

como requisito final para a obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, área de concentração nutrição animal. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Lúcio Carlos Gonçalves, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da Defesa de dissertação, passou a palavra ao (a) candidato (a), para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato (a). Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento da dissertação, tendo sido atribuídas as seguintes indicações:

Aprovada      Reprovada

Prof.(a)/Dr.(a) Lúcio Carlos Gonçalves (presidente)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) Diogo Gonzaga Jayme (titular)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) Thierry Ribeiro Tomich (titular)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) Alex de Matos Teixeira (suplente)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) Eloísa de Oliveira Simões Saliba (suplente)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pelas indicações, o (a) candidato (a) foi considerado (a):  
 Aprovado (a)  
 Reprovado (a)

Para concluir o Mestrado, o(a) candidato(a) deverá entregar 03 volumes encadernados da versão final da dissertação acatando, se houver, as modificações sugeridas pela banca, e a comprovação de submissão de pelo menos um artigo científico em periódico recomendado pelo Colegiado dos Cursos. Para tanto terá o prazo máximo de 60 dias a contar da data defesa.

O resultado final, foi comunicado publicamente ao (a) candidato (a) pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora e encaminhada juntamente com um exemplar da dissertação apresentada para defesa.

Belo Horizonte, 07 de fevereiro de 2022

Assinatura dos membros da banca:

(Vide Normas Regulamentares da defesa de Tese no verso)  
(Este documento não terá validade sem assinatura e carimbo do Coordenador)

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, primeiramente, por colocar no meu caminho pessoas, condições e oportunidades que contribuíram para a realização deste trabalho e meu aprendizado.

À minha família, pelo carinho, paciência e apoio. Vocês são a base do meu sucesso.

Ao professor, orientador e amigo Lúcio, que me orientou de modo cirúrgico e sem igual.

Aos amigos do grupo de pesquisa e da universidade, por compartilharmos conhecimentos, desafios e vitórias.

Aos demais professores e colegas que contribuíram de alguma forma, por menor que seja, para minha formação.

À Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (EV-UFMG), à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – gado de leite e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio acadêmico, estrutural e financeiro ao projeto.

## Resumo

As mudanças climáticas decorrentes do efeito estufa têm agravado o desafio para o setor agropecuário nos trópicos, reduzindo a previsão de condições para a produção de volumoso. Com isso, as práticas agrícolas e pecuárias regenerativas ganham espaço e importância. Nesse cenário, o girassol (*Helianthus annuus*) mostra-se promissor devido às suas características adaptativas e versatilidade de cultivo, destinado à alimentação animal. Entretanto, há grande variação produtiva, agrônômica e nutritiva entre os genótipos. Por isso, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial produtivo e a qualidade das silagens de seis novos híbridos de girassol. Os híbridos BRS 323, BRS 415, BRS 417, BRS 321, ALTIS 99 e SYN 045 foram plantados em delineamento de blocos ao acaso. Seis plantas de cada bloco foram colhidas aleatoriamente para avaliação agrônômica e destaque das frações (capítulo e haste+folhas). O restante das plantas foi ensilado para avaliação do valor nutritivo e da cinética de degradação e produção de gases *in vitro* das silagens. O capítulo constituiu a fração mais nutritiva da planta, com altos valores de proteína, lipídios e digestibilidade. O estudo de correlação mostrou que o diâmetro de capítulo ( $r=0,3031$ ;  $p=0,0908$ ) stand ( $r=0,4585$ ;  $p=0,0183$ ) e a altura das plantas ( $r=0,6165$ ;  $p=0,0015$ ) se correlacionam positivamente com a produção de matéria verde. O híbrido BRS 321 apresentou as menores perdas por acamamento e quebras das plantas, porém com baixa produtividade. Suas silagens tiveram o maior teor de fibras (54,2% FDNcp) e o menor valor de nitrogênio amoniacal (14,3%). As silagens do híbrido BRS 417 apresentaram o maior valor de EE (18,3%) e de nitrogênio amoniacal (29,4%). Em geral, as silagens dos híbridos avaliados tiveram teores satisfatórios de matéria seca e proteína bruta, com frações fibrosas relativamente baixas, mas com alto grau de lignificação. ALTIS 99 e SYN 045 foram superiores em altura das plantas, stand, produtividade, bem como volume total de gases produzidos e produção cumulativa de gás de suas silagens. O híbrido BRS 415 foi significativamente inferior para os parâmetros de produção de gás e degradabilidade. A produção de metano foi equivalente entre as silagens dos híbridos BRS 323, BRS 415, BRS 417, ALTIS 99 e SYN 045, caracterizados por baixa produção de metano, com média geral de 5,22 mg/gMS degradada. Assim, as silagens dos híbridos avaliados podem ser utilizadas de forma estratégica na alimentação de ruminantes, principalmente em regiões que enfrentam a escassez hídrica e altas variações na temperatura causadas pelas mudanças climáticas. Para mais, o girassol pode ser uma importante espécie de cultivo nas práticas agropecuárias sustentáveis e regenerativas, colaborando com a mitigação de metano entérico no meio ambiente.

Palavras-chave: digestibilidade, gases, *Helianthus annuus*, metano, mudanças climáticas, volumoso.

## Abstract

The climate changes driven by greenhouse effect has increased the challenges to agribusiness in the tropics by reducing the forecast predictions of forage production. As a result, the regenerative agriculture and animal production practices have gained insights and importance. In this scenario, the sunflower (*Helianthus annuus*) crop shows promise due to its adaptive features and versatility intended for animal feed use. However, there is a wide productive, agronomic and nutritive value variation. Therefore, the aim of this study was to evaluate the yield potential and the quality of the silages of new six sunflower hybrids. In order to carry out this study, the hybrids BRS 323, BRS 415, BRS 417, BRS 321, ALTIS 99 e SYN 045 were planted in randomized blocks. Six plants of each block were randomly harvested for agronomical evaluation and extracted their parts (capitulum and stem+leaves). The rest of the plants were ensiled for nutritive value, *in vitro* gas production and degradation kinetic evaluations. The results showed that the capitulum was the most nutritive part of the plant, with high levels of protein, lipids and digestibility. The correlational study demonstrated the capitulum's diameter ( $r=0,3031$ ;  $p=0,0908$ ), stand ( $r=0,4585$ ;  $p=0,0183$ ) and height of the plant ( $r=0,6165$ ;  $p=0,0015$ ) had a positive correlation with green mass. The hybrid BRS 321 presented lower lodging and damage losses, but low dry matter production. Also, the BRS 321 silages presented largest neutral detergent fiber content (54,2%) and lowest ammoniacal nitrogen content (14,3%). The hybrid BRS 417 silages had highest ether extract (18,3%) and ammoniacal nitrogen content (29,4%). In general, the silages presented satisfactory contents of dry matter and crud protein, the fiber fractions were relatively low, but presented high levels of lignification. The ALTIS 99 and SYN 045 were superior for stand, height and productivity, as well as for the total volume of gas produced and the accumulative gas produced of their silages. The silages of the hybrid BRS 415 were significantly inferior for gas produced and degradation parameters. The methane production was similar between the silages produced by the hybrids BRS 323, BRS 415, BRS 417, ALTIS 99 and SYN 045 silages. It was characterized by slow methane production, with average of 5,22 mg/g of dry matter degraded. Therefore, the hybrids silages evaluated can be used as a strategic toll in ruminants feeding, mainly in regions affected by water scarcity and high temperatures caused by climate changes. In additional, sunflower can be an important crop in the regenerative and sustainable practices cooperating with the environmental gas methane mitigation.

Keywords: climate changes, digestibility, forage, gases, *Helianthus annuus*, methane.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Degradabilidade da matéria seca (DMS) dos cinco híbridos de girassol avaliados no ensaio in vitro pela técnica semiautomática de produção de gases.	..... 47
Figura 2 - Produção cumulativa de gases (PCG) dos cinco híbridos de girassol avaliados no ensaio in vitro pela técnica semiautomática de produção de gases.	..... 47



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros agronômicas dos híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, BRS 321, ALTIS 99 e SYN 045	..... 43
Tabela 2 - Composição química das frações das plantas dos híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, BRS 321, ALTIS 99 e SYN 045	..... 44
Tabela 3 - Composição química e degradabilidade das silagens dos híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, BRS 321, ALTIS 99 e SYN 045	..... 45
Tabela 4 - Parâmetros de cinética de degradação ruminal (Orskov & McDonald, 1979) obtidos pela fermentação <i>in vitro</i> das silagens dos híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, ALTIS 99 e SYN 045	..... 45
Tabela 5 - Parâmetros de cinética de ruminal e produção de gases (Schofield & Pell, 1993) obtidos pela fermentação <i>in vitro</i> das silagens dos híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, ALTIS 99 e SYN 045	..... 46
Tabela 6 - Produção de metano por grama de matéria seca incubada (CH <sub>4</sub> mg/g MSi) e por grama de matéria seca digerida (CH <sub>4</sub> mg/g MSd) das silagens dos híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, ALTIS 99 e SYN 045 após 24 horas de incubação <i>in vitro</i>	..... 46

## LISTA DE ABREVIACÕES

A, fração solúvel da silagem analisada;

AC, proporção de plantas acamadas;

ALT, altura das plantas;

B, fração potencialmente degradável da silagem analisada;

C, taxa de degradação da fração B;

C1, taxa de fermentação dos carboidratos fibrosos;

C2, taxa de fermentação dos carboidratos não fibrosos;

CNF, carboidratos não fibrosos;

DC, diâmetro de capítulo;

DEMS2, degradabilidade efetiva da matéria seca na taxa de passagem 2%;

DEMS5, degradabilidade efetiva da matéria seca na taxa de passagem 5%;

DIVMS96, degradabilidade *in vitro* da matéria seca com 96 horas de incubação;

DIVMS, digestibilidade *in vitro* da matéria seca com 72 de incubação;

DMS, degradabilidade da matéria seca;

EE, extrato etéreo;

FDAc<sub>p</sub>, fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteínas residuais;

FDNc<sub>p</sub>, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas residuais;

L, tempo de latência;

MM, matéria mineral;

MS, matéria seca;

MS<sub>d</sub>, matéria seca degradada;

MS<sub>i</sub>, matéria seca incubada;

$N-NH_3/NT$ , nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total;

PB, proteína bruta;

PCG, produção cumulativa de gases.

PMS, produção de matéria seca;

PMV, produção de matéria verde;

Q, proporção de plantas quebradas;

V1, volume máximo dos gases da fração dos carboidratos fibrosos;

V2, volume máximo dos gases da fração dos carboidratos não fibrosos.

## SUMÁRIO

SUMÁRIO .....	16
1. INTRODUÇÃO .....	13
2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	14
2.1. Ensaio de campo.....	14
2.2. Composição química e caracterização do processo fermentativo.....	15
2.3. Digestibilidade <i>in vitro</i> e cinética de produção de gases .....	16
2.4. Análises estatísticas .....	18
3. RESULTADOS .....	19
3.1. Avaliação agronômica.....	19
3.1.1. Composição química e caracterização do processo fermentativo das silagens.....	19
3.1.1.1. Frações .....	19
3.1.1.2. Silagens.....	21
3.2. Digestibilidade <i>in vitro</i> e cinética de produção de gases .....	21
3.2.1. Cinética de fermentação e degradabilidade da MS .....	21
3.2.2. Produção de Gases .....	22
4. DISCUSSÃO.....	22
4.1. Avaliação agronômica.....	22
4.2. Valor nutritivo das frações.....	24
4.3. Valor nutritivo e perfil fermentativo das silagens.....	25
4.4. Degradabilidade <i>in vitro</i> e cinética de fermentação .....	29
4.5. Produção de gases .....	30
4.6. Produção de metano .....	31
5. CONCLUSÕES .....	33
6. REFERÊNCIAS.....	35

## 1. INTRODUÇÃO

A constante elevação da temperatura média mundial tem causado mudanças climáticas e afetado a produção de forragens em diversas regiões do planeta. O efeito estufa, promovido pelas altas concentrações de gases poluentes na atmosfera, como o dióxido de carbono e o metano, é o principal motivo (IPCC, 2021). Caso essa elevação térmica se mantenha, a projeção feita pelo Grupo I no Sexto Relatório do IPCC (IPCC, 2021) alerta para a maior periodicidade de ondas de calor e menores índices de precipitação nas regiões tropicais e subtropicais nas próximas décadas. Isso propiciará a redução da umidade no solo e a ocorrência de veranicos, além da maior frequência e intensidade de dias quentes e secos durante o ano. Em adicional, as oscilações de temperatura e umidade tendem a ocorrer com maior amplitude e severidade. Logo, existe propensão dos sistemas de produção agropecuário investirem cada vez mais na agricultura e pecuária regenerativa, com o viés de produção sustentável, mitigação de poluentes e revitalização do ecossistema. Métodos de conservação do solo, como o consórcio, o plantio direto e a rotação de culturas, são necessários para o incremento de matéria orgânica, minerais e umidade no solo e a quebra do ciclo de pragas e doenças na área. Isso traz não apenas benefícios ambientais, como também econômicos.

As alterações climáticas descritas aumentam ainda mais os desafios para a produção de volumoso nesses sistemas, devido a menor capacidade de previsão de condições para produção de forragem. Naturalmente, há procura de culturas melhor adaptadas a essa realidade. Diante desse cenário, o girassol (*Helianthus annuus*) se mostra promissor. A produção satisfatória de forragem em situações de déficit hídrico e de altas amplitudes de variação térmica são conhecimentos consolidados no cultivo dessa espécie (Castro et al., 1996). O girassol necessita de apenas 250 a 400 mm de chuvas, desde que bem distribuídas, para se desenvolver e tolera variação de temperatura entre 5°C e 40°C, dependendo da fase fenológica e da disponibilidade de água no solo (Silva, 1981). Nessas condições, o girassol pode apresentar produção maior que a de culturas tradicionais, como o milho (Lamm et al, 2011).

Essas características, somada ao seu ciclo de produção mais curto, permite adaptabilidade e versatilidade em diferentes sistemas de produção. Seu plantio como safrinha ou até mesmo como cultura principal é reconhecido como alternativa ao milho e sorgo (Dalchiavon, 2021). Vários trabalhos têm mostrado a viabilidade do girassol para produção de volumoso em sistemas de

integração e rotação de culturas (Peixoto et al., 2021), sistema de plantio direto (Côrt et al., 2021) e de consórcio com leguminosa (Santos et al., 2021). O seu uso como silagem para a alimentação de ruminantes vem ganhando espaço com os avanços científicos e resultados práticos no campo (Santos et al., 2020), demonstrando resultados produtivos e econômicos favoráveis (Leite et al., 2017; Gutiérrez et al., 2020; Sainz-Ramírez et al., 2021a). Além disso, o óleo do girassol, rico em ácidos graxos poli-insaturados, é alvo de pesquisas na nutrição animal como fonte energética e pelo seu potencial de mitigação de metano entérico (Sainz-Ramírez et al., 2021b). Então, o girassol pode oferecer uma importante contribuição com a pecuária regenerativa e a redução do efeito estufa, também, por meio da redução das emissões de metano entérico.

Contudo, a variação entre os volumosos produzidos com diferentes híbridos de girassol é considerável (Jayme et al., 2007). Essa variação refere-se não somente às características agrônômicas e produtivas, mas também ao valor nutricional, o qual está diretamente ligado à proporção de cada fração (capítulo, hastes e folhas) na planta inteira (Evangelista e Lima, 2001). Por esse motivo, se faz necessário a avaliação e seleção de novos híbridos de girassol destinados à produção de volumoso.

Diante dos desafios climáticos e as oportunidades de utilização do girassol no setor agropecuário, objetivou-se com esse trabalho avaliar o potencial produtivo e a qualidade das silagens de seis novos híbridos de girassol em contribuição para o melhoramento genético e sua utilização como silagem na alimentação de ruminantes.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Todos os procedimentos realizados com animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Embrapa Gado de Leite (CEUA/EGL - Protocolo CEUA – nº 1989120318).

### **2.1. Ensaio de campo**

Foram avaliados os seis híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, BRS 321 (Embrapa Soja, Londrina, PR), ALTIS 99 (Nuseed Atlântica Sementes S.A.<sup>®</sup>, Curitiba, PR) e SYN 045 (Syngenta Seeds Ltda<sup>®</sup>, São Paulo, SP), em colaboração com a Rede de Ensaio de Avaliação

de Híbridos de Girassol. O plantio e as avaliações agronômicas foram realizados no Campo Experimental da Embrapa Gado de Leite, no município de Coronel Pacheco, MG, Brasil (21°33'22"S, 43°06'15"W), no período de fevereiro a maio de 2018.

Cada híbrido foi plantado em quatro canteiros (totalizando 24 canteiros), distribuídos de maneira aleatória em quatro blocos designados conforme a declividade do terreno, com densidade de plantio entre 20 e 30 mil sementes/ha. Toda a área foi previamente submetida a aração e gradagem, com posterior correção do solo (0,532 t/ha de calcário dolomítico) e a adubação (100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), feita de acordo com análise de solo e exigência da cultura. A adubação de cobertura foi feita com 350 kg/ha de N:P:K 20:05:20. Em cada canteiro, foram semeadas três sementes a cada 30 cm de distância, em sulcos com espaçamento entre linhas de 70 cm e área útil de 60 m<sup>2</sup>.

Em cada canteiro, quando os híbridos alcançaram a fase reprodutiva nove (R9), foram colhidas aleatoriamente seis plantas para caracterização agronômica referente à altura (ALT) e população de plantas (*stand*), diâmetro de capítulo (DC), produção de matéria verde (PMV) e matéria seca (PMS), contagem de plantas acamadas (AC) e quebradas (Q). Os cortes em cada parcela foram feitos a 5 cm do solo. A planta inteira e suas frações (capítulo e haste+folha) foram coletadas para análise laboratorial. Todo o restante das plantas de cada canteiro foi colhido e picado em partículas com tamanho médio de 2 cm, na mesma altura e fase reprodutiva, e pesados para os cálculos dos parâmetros de produtividade. Imediatamente após a pesagem, a forragem foi ensilada em silos experimentais feitos com tubos de PVC, com capacidade de quatro litros e providos de válvula tipo Bunsen. A forragem foi compactada utilizando-se pressão manual para atingir densidade equivalente a 550 kg de matéria natural/m<sup>3</sup> (2,2 kg de forragem/tubo). Após o enchimento, os silos experimentais foram fechados, vedados com auxílio de fita adesiva e armazenados por 60 dias. Assim, para cada um dos seis tratamentos (híbridos) houve 4 repetições (parcelas) que foram ensiladas em duplicata, totalizando 48 silos experimentais.

## **2.2. Composição química e caracterização do processo fermentativo**

Após o período de armazenamento, foi feita a abertura dos silos experimentais e retirou-se duas amostras, cada uma com cerca de 600 g da forragem fermentada. Uma amostra foi submetida

a pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Em seguida, foram pesadas, trituradas em moinho de facas (Wyllie, Cienlab®, São Paulo, Brasil) com peneira de 1 mm e acondicionadas em frascos de polietileno com tampa e identificados. A outra amostra, *in natura*, foi submetida a prensagem hidráulica para a extração do suco de silagem e a determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), expressa como porcentagem do nitrogênio total conforme descrito por Bolsen et al. (1992). O pH foi determinado diretamente do suco extraído, usando pH-metro digital de bancada (Phmetro T-1000, Tenka®, São Paulo, Brasil).

Os procedimentos para caracterização bromatológica foram conduzidos no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte - MG. Foram definidos os valores de matéria seca (MS) em estufa a 105°C (AOAC, 1990; Método 934.01), cinzas (MM) a partir da queima total da matéria orgânica em mufla (AOAC, 1990; método 942.05), proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl (AOAC International, 1995), utilizando-se aparelho da marca Büchi para destilação e titulação, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) no aparelho Fiber Analyser ANKOM220, a lignina pelo método sequencial de Van Soest et al. (1991) e extrato etéreo (EE) em extrator de gordura tipo “Soxhlet” (AOAC, 1990; método 920.39). Os valores de carboidratos totais (CHOT) foi obtido pela soma das frações FDN e CNF (carboidratos não fibrosos), enquanto que os valores de celulose (CEL) foram obtidos pela subtração da lignina e das cinzas nos valores das frações de FDA e os valores de hemiceluloses (HCEL) pela diferença entre FDN e FDA. Os valores de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) foram determinados mensurando-se os valores de N residual nas amostras após análise de FDN e de FDA, respectivamente (Van Soest et al., 1991), por intermédio do procedimento de Kjeldahl.

### **2.3. Digestibilidade *in vitro* e cinética de produção de gases**

Este experimento foi conduzido no Setor de Digestibilidade *in vitro* e Produção de Gases do Campo Experimental José Henrique Bruschi, Embrapa Gado de Leite, Coronel Pacheco, Minas Gerais, Brasil. Foi empregada a técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases proposta por Maurício et al. (1999). O transdutor de pressão utilizado foi o DPI 705/DPI 705 IS Series (Druck, Baker Hughes, Leicester, Inglaterra) e a técnica foi adaptada para o uso de frascos de 25 mL, o



acondicionamento das amostras de silagem em sacos F-57 (Ankon, Wuhan, China) e a amostragem dos gases por meio de uma seringa (seringa hipodérmica, 20 mL, Ever Care, São Paulo, Brasil) no tempo de 24 horas de incubação para a determinação das concentrações de metano. Foram utilizadas duas vacas da raça Holandês, fistuladas no rúmen e com peso vivo médio de 550 kg para a coleta e a preparação de um pool de líquido ruminal (inóculo). Os animais foram mantidos em baias individuais e receberam diariamente silagem de milho *ad libitum* e 1 kg de concentrado à base de milho moído e farelo de soja com 18% de PB por 14 dias consecutivos até a data da coleta. A coleta do líquido ruminal ocorreu após o período de adaptação, duas horas depois da alimentação dos animais. O líquido foi imediatamente filtrado através de três camadas de gazes de algodão e transportado em garrafas térmicas previamente aquecidas a 39°C e preenchidas com CO<sub>2</sub>. O líquido foi levado para uma sala climatizada (temperatura constante de 39°C) e então misturado à saliva artificial, feita com solução tampão (NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> e NaHCO<sub>3</sub>), agente redutor (Na<sub>2</sub>S e NaOH), macro e microminerais (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub>, MnCl<sub>2</sub>, CoCl<sub>2</sub> e FeCl<sub>3</sub>).

A incubação foi realizada nos frascos, previamente preenchidos com 0,5 gramas de substrato (amostra), 16,5 mL da solução final contendo o inóculo e saliva artificial, saturados com CO<sub>2</sub> e vedados. Em seguida, os frascos foram acomodados em uma mesa agitadora orbital (MA370, Marconi, Piracicaba, Brasil) capaz de realizar 90 oscilações/min, durante dois minutos, em intervalos de duas horas. Neste experimento, o híbrido BRS 321 foi excluído pois as amostras de suas silagens foram comprometidas. Dessa forma, apenas cinco híbridos (BRS 323, BRS 415, BRS 417, ALTIS 99 e SYN 045) foram utilizados como tratamentos. Foram avaliados 15 tempos de leitura de produção de gases (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72 e 96 horas de incubação) e cinco tempos de degradabilidade (6, 12, 24, 48 e 96 horas de incubação). Também foi realizada uma leitura de produção de gases acumulados em 12 horas de incubação para a mensuração da produção de metano (CH<sub>4</sub>), em mg/g de MS incubada e mg/g de MS degradada.

Os valores de pH foram mensurados no resíduo de incubação após a abertura dos frascos com 6, 12, 24, 48 e 96 horas de incubação com o uso de um potenciômetro digital (MS Tecnopon®, MPA 210, Piracicaba- SP-Brasil) e os teores de N-NH<sub>3</sub>/NT foram avaliados a partir da destilação pelo método de Kjeldahl.

## 2.4. Análises estatísticas

O modelo matemático utilizado no experimento de campo foi:  $Y_{ijk} = \mu + B_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$ , em que:  $\mu$  é o efeito da média geral;  $B_k$  é o efeito do bloco na parcela ( $k = 1, 2, 3$  e  $4$ );  $\alpha_i$  é o efeito do híbrido ( $i = \text{BRS323, BRS415, BRS417, ALTIS 99 e SYN 045}$ );  $\beta_j$  é o efeito da fração ( $j = \text{capítulo e haste+folhas}$ );  $(\alpha\beta)_{ij}$  é o efeito da interação entre o híbrido “i” e a fração “j”;  $\epsilon_{ijk}$  é o erro associado à observação. Logo, tem-se a parcela de plantio como bloco e os efeitos de cultivar e de fração da planta como respostas, considerando-se a significância estatística quando  $p < 0,05$  e significância marginal com valor de “p” entre 0,05 e 0,10. As médias foram comparadas pelo teste de Fisher ( $P < 0,05$ ).

Para o ensaio *in vitro*, o delineamento experimental foi:  $Y_{ikj} = \mu + \alpha_i + e_{ij} + \beta_k + (\beta/\alpha)_{ij} + \epsilon_{ikj}$ , em que:  $\mu$  é o efeito da média geral;  $\alpha_i$  é o efeito do híbrido ( $i = \text{BRS323, BRS415, BRS417, ALTIS 99 e SYN 045}$ );  $E_{ij}$  é o erro aleatório atribuído ao híbrido;  $B_j$  é o efeito do tempo de incubação ( $j = 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72$  e  $96$  horas);  $(\beta/\alpha)_{ij}$  é o efeito da interação entre o híbrido “i” no tempo “j”;  $\epsilon_{ikj}$  é o erro associado ao tempo de incubação. Logo, as parcelas foram constituídas pelos cinco híbridos e as subparcelas pelos 15 tempos de avaliação, cada uma delas composta por 4 blocos que, por sua vez, foram compostos por 3 réplicas.

O teste de Lilliefors foi previamente utilizado para verificação de normalidade dos conjuntos de dados analisados. Os dados de cinética de fermentação ruminal e produção de gases foram ajustados ( $R^2 > 0,96$ ) aos seguintes modelos: Schofield & Pell (1993), para determinação do tempo de colonização (TC), dos volumes de gases produzidos pelos carboidratos fibrosos (V1) e não fibrosos (V2) e suas respectivas taxas de degradação (C1 e C2); Orskov e McDonald (1979), para determinação das frações solúvel (A) e potencialmente degradável (B) das silagens analisadas e a taxa de degradação da fração potencialmente degradável (C); France et al. (1993), para determinação da degradabilidade efetiva da matéria seca nas taxas de passagens de 2%/h (DEMS2) e 5%/h (DEMS2), as quais se referem a animais em manutenção e de baixa produção, respectivamente. Essas taxas foram escolhidas com base nas expectativas de consumo e exigência nutricional de animais alimentados com silagem de girassol. Após o ajuste, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias de cada modelo foram comparadas pelo

teste de Fisher, com significância estatística quando  $p < 0,05$  e significância marginal quando o valor de “p” estivesse entre 0,05 e 0,10.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Avaliação agronômica

O diâmetro de capítulo não variou entre híbridos ( $p > 0,05$ ), sendo notada a média geral de 23,68 cm. Como não houve diferença, não foi possível atender às expectativas de correlacionar essa variável com outros parâmetros agronômicos, como o *stand*, a produção de matéria seca e as perdas de plantas por quebras e acamamento ( $p > 0,2$ ).

O *stand* foi significativamente menor para o híbrido BRS 321, que apresentou população de plantas 38,7% menor que a média geral de 24.167 plantas/ha (tabela 1). Os híbridos ALTIS 99 e SYN 045 tiveram os maiores valores para altura de plantas, próximos a 1,80 m. Isso propiciou a superioridade desses dois híbridos quanto a produtividade, fato este comprovado pelas correlações entre o *stand* e PMV ( $r=0,4585$ ;  $p=0,0183$ ), ALT e PMV ( $r=0,6165$ ;  $p=0,0015$ ) e ALT e PMS ( $r=0,4781$ ;  $p=0,0142$ ).

O híbrido BRS 321 apresentou as menores perdas de plantas por quebras e acamamento. Logo, mesmo que tenha apresentado os menores valores de produtividade, esse híbrido torna-se superior, em valores absolutos, aos híbridos BRS 323 e BRS 417 quanto à PMS efetiva, ao se calcular essa produção descontando as perdas de plantas.

#### 3.1.1. Composição química e caracterização do processo fermentativo das silagens

##### 3.1.1.1. Frações

Os componentes bromatológicos apresentaram comportamentos distintos quanto as interferências causadas ou não pelos fatores de variação estudados (F, G e F\*G), conforme exposto na tabela 2. Os valores médios de CNF foram de 15,5% para CAP e de 21,2% para H+F, mas não

tiveram influência de nenhum dos fatores de variação. O teor de MS foi influenciado apenas pelo híbrido, com médias semelhantes entre as frações (28,1% para CAP e 29,1% para H+F). A maior amplitude de variação entre as frações para essa variável ocorreu com o híbrido BRS 321. Já os teores de PB, EE, FDAcp, CEL e CHOT foram influenciados apenas pela fração. As médias destes parâmetros químicos para as frações capítulo e H+F foram respectivamente 14,3 e 5,8% de PB, 24,4 e 0,8% de EE, 24,3 e 51,0% de FDAcp, 16,7 e 33,0% de CEL, 56,5 e 79,5% de CHOT. Nota-se que o teor médio de PB encontrado nos capítulos foi 2,5 vezes maior, enquanto que o teor médio de FDAcp foi cerca de duas vezes menor.

Houve interação significativa entre fração e híbrido ( $p < 0,05$ ) para as variáveis FDNcp, LIG, MO e MM (tabela 2). O ranqueamento dos híbridos avaliados para variável FDNcp foi dependente da fração, assim como o ranqueamento das frações foi dependente do híbrido. Ou seja, para um mesmo híbrido, a FDNcp foi significativamente diferente ( $p < 0,0001$ ) entre o capítulo e H+F; e para uma mesma fração, o teor dessa variável se diferencia entre os híbridos ( $p = 0,0298$ ). As concentrações de FDNcp se diferenciaram entre as frações, com teores médios de 41,6% nos capítulos e 61,0% nas H+F. A variação nas concentrações de FDNcp nos capítulos foi baixa para os diferentes híbridos, mas a fração H+F foi maior, variando entre 56,8% para BRS 417 e 66,3% para ALTIS 99.

A interação ocorrida entre as frações e os híbridos foi significativa para as variáveis LIG, MO e MM, demonstrando que o ranqueamento dos híbridos foi dependente das frações. A concentração média de LIG na fração H+F, assim como a de FDAcp, foi cerca de duas vezes maior ( $p < 0,0001$ ) do que as encontradas nos capítulos (11,8% vs 5,8%). Essa mesma magnitude de diferença foi encontrada na DIVMS, de modo inverso, com maior valor para a fração CAP (médias de 34,7% vs 64,0%). Isso representa um valor proteico 45,8% maior para os capítulos. A DIVMS foi influenciada tanto pela fração quanto pelo híbrido, porém, sem interação entre estes fatores. Logo, as diferenças entre as médias para um fator de variação foram independentes do outro.

### 3.1.1.2. Silagens

Não houve diferença entre os híbridos para as variáveis MS, MM, MO, PB, CHOT e LIG ( $p>0,05$ ) (tabela 3). As silagens de girassol apresentaram média geral de 26,1% de MS, 10,2% de PB, 1,3% de MM, 90,1% de MO, 9,7% de LIG e 65,9% de CHOT. A DIVMS96 não se diferenciou entre os híbridos, apresentando a média geral de 42,67%.

O teor médio de EE para as silagens de todos os híbridos foi de 14%, sendo que todos eles tiveram valor superior a 9%. O híbrido BRS 417 produziu silagens com o maior teor de EE, o qual foi duas vezes maior que o teor das silagens do híbrido BRS 415.

Os valores de FDN<sub>cp</sub> apresentaram uma relação inversa aos teores de EE, conforme demonstrado no estudo de correlação ( $r = -0,4490$ ;  $p = 0,0139$ ). As variáveis FDA<sub>cp</sub> e CEL também tiveram uma relação inversa ao teor de EE, mas sem correlação significativa. Os teores de CNF nas silagens variaram 44% entre os híbridos BRS 321 e BRS 415, o qual foi semelhante aos demais ( $p = 0,048$ ).

Não foi encontrada diferença entre os híbridos para o valor de pH, com média de 5,1. Houve significância marginal ( $p = 0,069$ ) para os valores de N-NH<sub>3</sub>/NT, que variaram até 100% entre as silagens dos híbridos BRS 321 e BRS 417.

## 3.2. Digestibilidade *in vitro* e cinética de produção de gases

### 3.2.1. Cinética de fermentação e degradabilidade da MS

Não houve diferença estatística entre os híbridos para as variáveis B ( $p>0,50$ ) e C ( $p>0,27$ ). Apenas o híbrido BRS 415 se destacou dos demais pelos menores valores de A ( $p = 0,029$ ), de A + B ( $p = 0,020$ ) e de DEMS5, com significância marginal para DEMS2 ( $p = 0,050$ ). Os demais híbridos apresentaram médias de 21,63% para a fração A e de 24,02% para a fração B, com a taxa de degradação de 0,04%/h. As variáveis DEMS2 e DEMS5 tiveram baixa amplitude de variação entre híbridos, com médias de 41,1%, 38,8%, respectivamente.

### 3.2.2. Produção de Gases

O tempo de colonização não diferiu ( $p>0,5$ ) entre os tratamentos, com média de uma hora e 36 minutos (tabela 5). Os maiores valores de V2 para as silagens dos híbridos SYN 045 e ALTIS 99 refletiram nos maiores volumes de produção total de gases (V1+V2), com médias de 90,75 e 89,19 mL/gMS, respectivamente, mesmo apresentando menores valores de V1.

As silagens dos híbridos avaliados não diferiram quanto à produção de metano por grama de matéria seca incubada ( $\text{CH}_4$  mg/g MSi) e por grama de matéria seca digerida ( $\text{CH}_4$  mg/g MSd), com médias de 1,77 mg/gMSi e 5,23 mg/gMSd (tabela 6).

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Avaliação agronômica

O potencial de produção da cultura de girassol para silagem em regiões semi-áridas normalmente variam entre 20 e 40 t/ha de MV e 2 e 4 t/ha/ano de MS (Pereira et al., 2009; Santos et al., 2011). Os valores de produtividade de MV e MS para os seis híbridos avaliados neste trabalho estão próximas ao limiar inferior dessas médias descritas. Apenas o híbrido ALTIS 99 se destacou com 17,5 t/ha de MV e 4 t/ha de MS.

Os valores de produtividade foram relativamente baixos e ocorreram provavelmente pela menor densidade populacional de plantas encontrada nas parcelas, conforme a correlação positiva ( $r=0,4585$ ) verificada entre *stand* e produtividade de MV. Percebe-se que o *stand* teve valor máximo de apenas 27.193 plantas/ha para o híbrido ALTIS 99. Tomich et al. (2003) apresentaram valor de produtividade média de 21,2 t/ha de MV (máxima de 29,1 t/ha e mínima de 12,8 t/ha) e 5,9 t/ha de MS (máxima de 7,8 t/ha e mínima de 3,6 t/ha) para 13 cultivares de girassol que apresentaram *stand* médio de 34.407 plantas/ha. Com isso, os autores concluíram que a produção de MS está diretamente relacionada com a população de plantas e a densidade de plantio.

As alturas das plantas de girassol tiveram diferença de até 45 cm, visto entre os híbridos SYN 045 e BRS 321. É um parâmetro que pode oscilar entre diferentes linhagens genéticas e épocas de plantio, como demonstrado por Mello et al. (2006), ou ainda pelo espaçamento ( $p<0,01$ ;

Castro et al., 2015). Além disso, a altura das plantas foi positivamente correlacionada com a PMV e PMS ( $r>0,47$ ;  $p<0,015$ ), a exemplo dos híbridos mais produtivos que tiveram as maiores médias de altura das plantas: ALTIS 99, com produção de 4.048 kgMS/ha e altura de 1,79 m, e SYN 045, com produção de 3.268 kgMS/ha e altura de 1,81 m de altura. Coerentemente, o híbrido BRS 321 apresentou as menores médias em altura e produção de matéria seca.

Por fim, a produção da cultura de girassol pode ser afetada por por acamamento e quebras das plantas. Em uma cultura tecnicamente conduzida, é aceitável a perda máxima de 30% das plantas até o momento da colheita (Gonçalves et al., 1981). As perdas por acamamento e quebras tiveram valor máximo entre 16% e 17% para os híbridos BRS 323, BRS 415 e BRS 417, enquanto que o híbrido BRS 321 teve o menor índice de perdas, apenas 5,15%, o que pode estar associado ao seu menor porte. Isso pode ser explicado a partir dos conceitos de “peso” e “torque” pela física, em que há um aumento na tendência de giro e maior força exercida sobre a base de apoio da planta. Essa força é diretamente proporcional à distância do ponto de apoio (altura da planta), à força do vento, ao peso da parte aérea e à rotação do capítulo em direção ao sol. No trabalho de Tomich et al. (2003) foi apresentada a correlação positiva ( $r=0,65$  e  $p<0,01$ ) entre altura e quebras das plantas, em que os cultivares de girassol com maiores estaturas tiveram maiores porcentagens de perdas de plantas. As variáveis acamamento e quebras das plantas não foram relacionadas com a diferença entre cultivares por Drumond et al. (2015). Ao descontar a porcentagem total de plantas perdidas (Q+AC) do *stand* sobre a PMS, o híbrido BRS 321 apresentou potencial de produção superior aos híbridos BRS 323 e BRS 417.

O DC foi a única variável de avaliação agrônômica que não se diferenciou entre os tratamentos ( $p>0,5$ ) e teve baixa variação. Logo, diferenças encontradas entre os híbridos em outras variáveis, como PMV, PMS e teor de EE, podem não estar relacionadas ao diâmetro de capítulo. A média geral de DC (23,68 cm) foi superior aos encontrados na literatura, possivelmente pela menor população de plantas obtidas neste experimento em relação ao demais citados. Embora foi encontrado significância marginal para a correlação de DC com a PMV, não foi encontrado correlação significativa entre DC e PMS ( $r=0,1230$ ;  $p=0,2977$ ), o que reforça a ideia de que nem sempre a variável DC reflete diretamente a produção de MS.

#### 4.2. Valor nutritivo das frações

Os teores de MS tiveram baixa variação entre as duas frações, com oscilação máxima de 18,6 a 31%, excluindo-se o híbrido BRS 321 que apresentou valores altos e atípicos. O teor de MS do híbrido BRS 323 foi menor nas duas frações, com média de 18,7%, e os híbridos BRS 415, ALTIS 99 e SYN 045 não diferiram entre si, com média geral de CAP e H+F igual a 28,6%.

Os capítulos apresentaram teores superiores de PB e EE, com valores próximos entre os híbridos e médias de 14,3% e 23,4%, respectivamente. O maior valor proteico e lipídico dos capítulos é lógico, visto que nesta fração estão presentes os aquênios já maduros, estruturas estas ricas em proteína e responsáveis pela síntese e armazenamento do óleo produzido pela planta. Segundo Leite et al. (2005), os aquênios têm teor lipídico de 47,3% e proteico de 24%, com os quais são obtidos coprodutos proteicos para a alimentação animal, como o farelo de girassol e concentrado proteico de girassol. Isso pode ser comprovado ao se observar os valores de EE dos capítulos e das H+F. Os resultados de MS, PB e EE demonstram que as plantas dos híbridos avaliados, exceto o BRS 321, atingiram o estágio de maturação fisiológica com características semelhantes para a ensilagem.

Foi notado maior teor de HCEL (17,0% vs 14,8%) para os capítulos, o que pode ter contribuído, em certo grau, para a maior digestibilidade nesta fração ( $r=0,3924$ ;  $p=0,0029$ ). Porém, é provável que a maior interferência na DIVMS se deve à variação nos teores de FDAcp ( $r= -0,9531$ ;  $p<0,0001$ ) e LIG ( $r= -0,8885$ ;  $p<0,0001$ ), apresentando valores de 0,4 a 0,5 vezes menores nos capítulos, o que pode explicar tal magnitude de diferença da DIVMS entre as frações da planta. De acordo com Van Soest et al. (1994), as frações fibrosas estão negativamente correlacionadas ao consumo e a digestibilidade das forragens. Isso ocorre porque, embora a FDA seja composta essencialmente por celulose (com potencial de ser totalmente degradado no rúmen), parte deste polissacarídeo está complexado com a lignina e a sílica. Essas duas substâncias apresentam resistência física e química à degradação ruminal e são classificadas, portanto, como substância “indigestíveis” na nutrição animal (Taiz et al., 2017). Elas têm a capacidade de interagir e envolver os polímeros de celulose por meio de ligações químicas do tipo inter-resistentes, ocasionando a redução da digestibilidade ruminal da celulose. Além disso, o estudo de correlação demonstrou



correlação positiva entre PB e DIVMS ( $r=0,9366$ ;  $p<0,0001$ ), mas negativa entre PB e FDN e FDA ( $r<-0,89$ ;  $p<0,0001$ ).

Estes resultados sugerem que o maior teor proteico nas frações da planta reduz a quantidade relativa de fibras e, conseqüentemente aumenta a digestibilidade das frações. E que os capítulos constituem a fração mais nutritiva do girassol, com altos teores de PB, EE e DIVMS.

### **4.3. Valor nutritivo e perfil fermentativo das silagens**

O teor de MS é um dos principais fatores que influencia na fermentação e na qualidade das forragens no silo e tem relevância ainda maior para silagens de girassol (Evangelista e Lima, 2001). Essas silagens normalmente são confeccionadas com o teor de MS menor que as silagens de milho ou de sorgo, pelo fato do ponto ótimo entre maturação, qualidade e produtividade das plantas ainda ocorrer com a planta mais úmida que o desejado. No estágio sugerido para a colheita, R9, a planta de girassol apresenta teor de MS entre 28% e 30% e já atingiu o seu potencial de produção de óleo, as bracteas passam a ter coloração amarronzada e as folhas estão secas (Pereira Neto et al., 2009). As silagens dos híbridos SYN 045 e BRS 321 tiveram o teor de MS de 28%, superior à média dos seis híbridos, 26,1%. Ainda sim, os valores de MS das silagens avaliadas estão em conformidade com a literatura ou superiores aos encontrados em outros estudos (Tomich et al., 2003; Sainz-Ramírez et al., 2021a). Em geral, os híbridos apresentaram teores de MS satisfatórios, com exceção do BRS 323 que apresentou 19,8% de MS. Esse híbrido possui ciclo precoce em relação aos outros e atingiu o estágio ideal para colheita primeiro. Provavelmente, este híbrido atinge a maturação fisiológica ainda com teor de MS baixo ou pode ter sido colhido mais cedo dentro da fase R9.

A concentração de lipídios nas silagens de girassol é caracteristicamente elevada e demanda atenção dos nutricionistas, pois influencia na densidade energética, no consumo de matéria seca e na digestibilidade ruminal da dieta. O óleo tem a capacidade de envolver partículas de alimentos, dentre eles as fibras, funcionando como uma barreira física que dificulta o acesso microbioano e enzimático (Palmquist e Mattos, 2011), o que reduz a capacidade e eficiência da fermentação das fibras no rúmen. Além disso, os ácidos graxos insaturados podem ser tóxicos para alguns microrganismos ruminais, como bactérias gram-positivas (Nagajara et al., 1997). Portanto,

o uso das silagens de girassol deve ser criterioso, dando atenção à quantidade adicionada na dieta e à categoria animal que será suplementada.

Os teores de EE das silagens variaram em faixa semelhante ao encontrado por Sainz-Ramírez et al. (2021a). Porém, a média encontrada no presente estudo (14,1%) foi superior a de trabalhos que avaliaram outros híbridos (incluindo variedades confeitadeiras e produtoras de óleo), com valores entre 3% e 12,1% (Tomich et al., 2003; Jayme et al., 2007). Tendo em vista os efeitos negativos da gordura sobre o consumo e a digestibilidade do alimento, recomenda-se o limite de 6% de EE na MS da dieta (Mir et al., 2001). Portanto, deve-se utilizar as silagens dos híbridos de girassol avaliados com critério na dieta de ruminantes de forma a respeitar esse limite e evitar fornecê-las como volumoso único para não prejudicar a ingestão de matéria seca e o desempenho dos animais, principalmente aquelas confeccionadas com os híbridos BRS 415, BRS 323 e SYN 045.

Uma vez que não houve diferença no DC, é possível que a maior produção de óleos seja inerente à quantidade de aquênios e sua capacidade de síntese e armazenamento nos capítulos em cada híbrido. Contudo, é preciso mais estudos de correlação entre o DC e o teor de EE dos capítulos e da planta inteira, pois essa variável (EE) também é fortemente influenciada pelo manejo da cultura, sobretudo a população de plantas (Silva et al., 2009).

Os híbridos com maiores teores de EE tiveram baixos teores de FDN<sub>cp</sub> ( $r = -0,4885$ ;  $p = 0,0140$ ) e CHOT ( $r = -0,7859$ ;  $p < 0,0001$ ), devido ao efeito de diluição entre estes componentes, pois o aumento na produção de óleos pela planta reduziu a quantidade relativa de fibras na mesma. A mesma lógica foi vista quanto às concentrações de carboidratos ( $r = -0,4803$ ;  $p = 0,0102$ ). O híbrido BRS 321 teve o maior teor de FDN<sub>cp</sub> e apresentou menor teor de CNF, enquanto aqueles que tiveram menores teores de FDN<sub>cp</sub> apresentaram maiores teores de CNF.

Os valores de CNF, embora variáveis entre híbridos, estão de acordo com a média da composição bromatológica de silagens de girassol descrita por Valadares Filho et al. (2018). Esses autores também descreveram teores de FDN de 48,8%, FDA de 37,9%, CEL de 28,9% e HCEL de 10,40%. Comparativamente, as silagens do presente estudo apresentaram valores médios de CEL e FDA menores, 21,73% e 28,99%, respectivamente. Como já visto, a FDA é a fração fibrosa

de mais difícil degradação ruminal e, por isso, a menor participação dessa fração na composição da silagem pode ser favorável para aumentos de digestibilidade.

A concentração média de LIG nas silagens avaliadas foi de 9,7%, valor este inferior aos encontrados em trabalhos da década de 1980, mas superior aos encontrados em trabalhos mais recentes (Tomich et al., 2004; Pereira et al., 2005; Jayme et al., 2009; Nurk et al., 2016), que relataram médias entre 6,5% e 8,4%. Este fato mostra a possibilidade de avanço no melhoramento genético do girassol para fins de alimentação animal. Mesmo assim, os teores de lignina encontrados nas silagens de girassol ainda são altos e respondem em grande parte pela menor digestibilidade destas em comparação as silagens de milho e de sorgo. Desse modo, as altas concentrações de lignina podem anular ou até mesmo superar o efeito positivo de se ter baixo teor de FDAcp sobre a digestibilidade das silagens de girassol. Este fato pode ser comprovado ao observar os valores de LIG e DIVMS96 (Tabela 3). Por isso, o fornecimento das silagens de girassol dos híbridos avaliados deve ser criterioso para animais de categorias mais exigentes, como vacas de maior produção ou novilhos em crescimento, principalmente para o híbrido BRS 415 que apresentou valor de DIVMS96 consideravelmente menor, de 38,6% ( $p=0,061$ ). Isso pode ser explicado pelo maior teor de lignina deste híbrido, visto em significância marginal ( $p=0,054$ ). Portanto, a fração fibrosa das silagens foram caracterizadas por baixos teores de FDAcp, porém com alto grau de lignificação.

Os valores de pH estão em conformidade com a literatura, em que são relatados medições acima de 4,0 e, comumente, valores próximos de 5,10 (Tomich et al., 2003; Pereira et al., 2005; Valadares Filho et al., 2018; Jayme et al., 2007). As silagens de girassol normalmente possuem valor de pH mais alto que outras silagens, como demonstrado por Amorim et al. (2020), que encontraram valores de pH semelhantes para silagens de milho (4,21), milheto (4,10) e gergelim (4,07), mas superior para a silagem de girassol (4,97;  $p= 0,0002$ ). Isso se deve ao fato do girassol possui maior poder de tamponamento propiciado pelos altos teores de de cálcio, potássio e proteínas nas plantas (valadares Filho et al., 2018). Segundo McKersie (1985) e Tomich et al. (2003), a menor relação açúcar/proteína, a formação de bases inorgânicas de cálcio e potássio e a presença desses compostos nitrogenados determinam o poder tampão da forragem, o que impede a queda brusca do pH mesmo em presença de altas concentrações de ácido lático (Torsi et al., 1975). Santos et al. (2020) relataram que a capacidade de tamponamento da silagem de girassol é

35% maior e que a acidez titulável é 48,5% menor que da silagem feita de capim Paiaguás (*Urochloa brizantha*). Curiosamente, os teores de PB das silagens de capim Paiaguás foram maiores. Isso representa uma possibilidade de estudo sobre a diferença entre o girassol e outras forragens quanto ao perfil biológico de suas proteínas, dos compostos nitrogenados e das bases minerais que contribuem para o poder tampão das silagens.

O teor médio de PB das silagens avaliadas (10,2%) foi superior ao obtido para silagens de milho (7,18% PB) e de sorgo (8,26% PB) (Valadares Filho et al., 2018). Logo após o corte para ensilagem, bactérias e enzimas proteolíticas iniciam a degradação da planta produzindo aminoácidos livres e compostos nitrogenados não proteicos, como amônia, aminas, dentre outros (McDonald et al., 1991). As proteases endógenas, as enterobactérias e os clostrídios são os principais agentes proteolíticos das silagens e têm máxima atividade em pH entre 6 e 7. Porém, ainda podem apresentar sobrevivência e atividade em pH menor que 4, especialmente se houver suficiente disponibilidade de água, como por exemplo, em silagens com 15% ou menos de matéria seca (McDonald et al., 1991). Uma vez que a taxa de redução do pH é mais lenta, bem como o nível de acidez final é menor, o girassol ensilado é mais susceptível ao ataque de microrganismos indesejados, como os clostrídios e as enterobactérias. Consequentemente, os produtos da degradação desses microrganismos também serão maiores, a exemplo da elevação nas concentrações de amônia. Por esse motivo, o teor de  $\text{NNH}_3/\text{NT}$  é geralmente maior para silagens de girassol.

Embora os valores de  $\text{NNH}_3/\text{NT}$  tenham variado até 51% entre os híbridos, não foi detectada diferença entre eles, assim como não foi obtido diferenças significantes nos teores de PB. Todos os híbridos apresentaram valores de  $\text{NNH}_3/\text{NT}$  maiores do que o informado na literatura, exceto por Gonçalves et al. (2000) que encontraram valores de  $\text{NNH}_3/\text{NT}$  de 14,8%, 24,3% e 21,6% para silagens do híbrido V 2000 colhido aos 30, 37 e 51 dias após o florescimento das plantas.

#### 4.4. Degradabilidade *in vitro* e cinética de fermentação

O modelo de cinética de Orskov e McDonald (1979) avalia o potencial de degradação da fração solúvel (A), representada pelo conteúdo celular e nutrientes solúveis como os CNF, a fração potencialmente degradável (B), representada principalmente pelas frações fibrosas e proteicas, e a taxa de degradação (C) da fração B, baseados na matéria orgânica. Uma vez que a fração potencialmente degradável, bem como a sua taxa de degradação foram semelhantes entre as silagens, apenas a fração solúvel influenciou na diferenciação da degradação total da matéria orgânica (A+B) entre os híbridos (tabela 4). Essa diferença foi evidente apenas para o híbrido BRS 415, que teve menor porcentagem de degradação das frações A e A+B, o equivalente a 30% a menos que os demais híbridos.

A degradabilidade efetiva da matéria seca na taxa de passagem de 2%/h (DEMS2) simula a degradação do alimento no rúmen de animais em manutenção e a degradabilidade efetiva da matéria seca na taxa de passagem de 5%/h (DEMS5) simula a degradação do alimento no rúmen de animais de média produção, equivalente a ovinos em crescimento ou vacas com produção de leite de até 15 litros/dia. Portanto, percebe-se que as silagens dos híbridos BRS 417, BRS 323, ALTIS 99 e SYN 045 apresentaram aproveitamento ruminal semelhante para animais de baixa e média produção em ambas as taxas de passagem e são superiores ao híbrido BRS 415. O valor da média de DEMS2 das silagens, 41,1%, está de acordo com os trabalhos de Pereira et al. (2005) e Amorim et al. (2020), que avaliaram este parâmetro também para silagens de girassol. Já o valor de DEMS5, de 38,8%, foi maior do que o encontrado por este último autor para silagens de milho (38,9%), sugerindo boa degradabilidade ruminal da silagem de girassol dos híbridos avaliados para animais de média produção.

De acordo com as curvas de degradabilidade da matéria seca (DMS) representadas na figura 1, percebe-se que 24,89% das amostras originais foram degradadas até o tempo de 6h, o que representa 58% da DMS final. Depois disso, a intensidade da DMS foi linear e menor, até atingir o valor médio de 42,67% às 96 horas, variando de 38,6% para o híbrido BRS 415 a 44,4% para o híbrido SYN 045 ( $p < 0,001$ ). Então, é notório que houve um padrão de comportamento para todas as silagens dos cinco híbridos avaliados, marcado por uma intensa fermentação nas seis primeiras horas de incubação.

#### 4.5. Produção de gases

Os híbridos ALTIS 99 e SYN 045 foram semelhantes e superiores no volume total de gases produzidos (V1+V2). Ao observar os valores de V1 e V2 para esses híbridos, percebe-se que os carboidratos não fibrosos tiveram maior influência no volume total de gases produzidos. O aumento dos valores de C1 acompanharam o aumento de V1+V2, os quais foram, pelo menos, 20% maior do que as silagens dos outros híbridos (tabela 5). Por outro lado, os valores de C2 foram negativamente relacionados com V1+V2, como visto nas silagens dos híbridos BRS 323 e BRS 415 e confirmado pelo estudo de correlação ( $r = -0,6137$ ;  $p = 0,002$ ), o que não parece fazer sentido visto que V1+V2 é biologicamente dependente de C2.

Ainda na tabela 5, observa-se que os híbridos com maiores valores de V2 apresentaram menores valores de V1, e que o inverso também foi notado. Isso se deve às diferentes proporções de carboidratos fibrosos e não fibrosos na silagem, em que a maior proporção de um deles reduz relativamente a proporção do outro. Além disso, os teores de FDN<sub>cp</sub>, FDA<sub>cp</sub> e lignina, podem ter influência no volume de gases produzidos por cada fração.

Os valores de C1 e C2 não acompanharam o padrão hierárquico de produção de gases das suas respectivas frações fibrosas (V1 e V2), demonstrando que o volume de gases produzido não está relacionado somente com a taxa de degradação dos carboidratos e pode haver outros fatores de interferência. Isso ficou claro com as silagens dos híbridos BRS 323 e BRS 415, que tiveram as maiores C1 e C2, mas com menor volume total de V1+V2. Entretanto, podemos relacionar o volume de gases produzidos com a degradabilidade da amostra, visto que V1+V2 aumentou conforme o aumento da degradabilidade efetiva e o estudo de correlação de Pearson confirma a correlação forte e positiva de V1+V2 com a DEMS2 ( $r = 0,667$  e  $p < 0,001$ ), com a DEMS5 ( $r = 0,733$  e  $p = 0,001$ ) e com a DIVMS96 ( $r = 0,614$  e  $p = 0,002$ ).

O tempo de colonização (TC) para a produção de gases diz respeito ao tempo gasto para a colonização do substrato por microrganismos e enzimas até o início da fermentação e produção de gases. A não significância do tempo de colonização demonstra que todos os híbridos demandam tempo similar para iniciar a fermentação. Os valores de L foram consideravelmente menores do

que os valores encontrados por Pereira et al. (2005) com silagens do híbrido de girassol M734 colhido com 100, 107, 114 e 121 dias após o plantio. A diferença no tempo médio de colonização entre os estudos foi mais que uma hora (2:44 vs 1:36), possivelmente pelas diferenças de composição química entre os híbridos estudados.

A PCG apresentou curvas de crescimento de forma mais constante ao longo do período de avaliação e representou a cinética de fermentação *in vitro* das amostras de modo menos intenso nas primeiras horas de incubação do que a DMS (figura 2). Os híbridos SYN 045 e ALTIS 99 tiveram as maiores PCG, próximas a 90 mL/gMSi, enquanto que o híbrido BRS 415 teve a menor produção, com valor 30% mais baixo. Já os híbridos BRS 417 e BRS 323 tiveram produções intermediárias, de 79 e 74 mL/gMSi, respectivamente.

Os híbridos BRS 323, BRS 417, ALTIS 99 e SYN 045 produziram silagens com digestibilidade e DMS semelhantes. Os valores de PCG e V1+V2 sugerem que os híbridos SYN 045 e ALTIS 99 tendem a proporcionar maior fermentação ruminal, embora sejam medidas indiretas do valor nutritivo.

#### **4.6. Produção de metano**

No rúmen, a digestão do volumoso produz ácidos graxos voláteis e gases que serão eliminados ou reutilizados pela microbiota, como os gases hidrogênio (H<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbônico (CO<sub>2</sub>). O gás hidrogênio é formado pela fermentação dos compostos fibrosos enquanto que o gás metano é produzido por *archeas* metanogênicas que utilizam o H<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> como substratos (Arcuri et al., 2011). A quantidade total de gás metano produzido no processo de fermentação ruminal é positivamente correlacionada com a degradação do alimento (Liu et al., 2017), a qual, por sua vez, está diretamente ligada à fermentação da matéria orgânica ( $r=0,4361$ ;  $p=0,0273$ ). Assim, através da quantidade total de gases e a quantidade de metano produzidos, pode-se conhecer características ou padrões da degradabilidade ruminal das amostras testadas e inferir sobre a qualidade das mesmas.

O metano é, não somente um importante gás de efeito estufa com poder de aquecimento cerca de 25 vezes maior que o do CO<sub>2</sub>, mas também representa perda importante de energia do

alimento ingerido durante a fermentação ruminal (Johnson and Johnson, 1995). A partir dos resultados encontrados na tabela 6, é possível inferir que os híbridos BRS 323, BRS 415, BRS 417, ALTIS 99 e SYN 045 possuam capacidade de produção de metano semelhantes com 24 horas de incubação *in vitro*. Isso demonstra que a produção de metano, seja com base na matéria seca incubada ou digestível, não foi influenciada pela composição química dos híbridos.

A comparação da produção de metano por diferentes espécies forrageiras deve ser feita em um único experimento para que as conclusões sejam confiáveis. Por isso, novos estudos que abordem essa comparação devem ser encorajados para esclarecer e, talvez, comprovar a eficiência do uso das silagens de girassol na alimentação de ruminantes para a mitigação de metano. Essa hipótese se fortalece ao vermos os resultados de produção de metano para silagens de outras espécies forrageiras utilizando a mesma técnica de avaliação. A produção de metano, baseada na matéria seca degradada em 24 horas de incubação *in vitro*, foi maior para silagens de milho (Ellis et al., 2016), de sorgo (Machado et al., 2015) e das forragens de *Panicum coloratum*, *Poa sp* (Cantet et al., 2015), *Pennisetum glaucum*, *Urochloa mutica*, *Cynodon dactylon* e *Cenchrus ciliaries* (Pal et al., 2015), quando comparados com as silagens de girassol do presente estudo. Tomando como base a densidade padrão do gás de metano igual a  $0,657 \text{ kg/m}^3$ , os valores de produção de metano encontrados por esses autores foram equivalentes a 42, 28, 8, 7, 15, 17, 19 e 14 mg/gMSd, respectivamente, enquanto nós encontramos a média de 5,2 mg/gMSd. Nota-se, então, que as silagens de girassol avaliadas apresentaram valores baixos de produção de metano com base na matéria seca degradada, por possuírem características favoráveis à redução da metanogênese ruminal.

Algumas considerações sobre os teores dos principais componentes nutricionais presentes nas silagens dos híbridos de girassol avaliados podem esclarecer a baixa produção de metano no ensaio *in vitro* (Lee et al., 2003). Os menores teores de FDNcp e FDAcp, bem como a baixa degradabilidade das silagens de girassol podem ter contribuído para a baixa produção de  $\text{CH}_4$ , pois constituem a fração da planta forrageira com maior potencial de metanogênese (Cantet et al., 2015). Outra explicação complementar está relacionada ao maior teor de PB dessas silagens. O alto teor proteico do alimento altera a produção de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen, de tal forma a reduzir a relação dos ácidos acético/propiónico e, conseqüentemente, o fornecimento de hidrogênio para a metanogênese é limitado (Elghandour et al., 2016). Porém, se tratando de



silagens de girassol, as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados pode ter maior interferência para a redução na síntese de metano devido a grande participação desses ácidos graxos na composição lipídica do girassol. Primeiramente, o óleo reduz a degradabilidade da fibra e, com isso, há menor liberação de H<sub>2</sub> no rúmen para síntese de metano. Em segundo, o processo de biohidrogenação dos ácidos graxos poliinsaturados ocorrido no rumen pode funcionar como um dreno de hidrogênio, competindo pela disponibilidade de H<sub>2</sub> com as vias produtoras de metano (Zang et al., 2019). Em terceiro, os ácidos graxos insaturados podem exercer efeitos deletérios em grupos de microrganismos ruminais, incluindo as bactérias fibrolíticas e matanogênicas (Maia et al., 2007). Em adicional, Zhang et al. (2008) concluíram que os ácidos graxos poliinsaturados compostos por dezoito carbonos (C:18) reduziram a população desses microrganismos e a síntese de metano ruminal. Houve maior eficiência na redução de metano produzido para os ácidos oleico e linoleico, os quais estão em grandes concentrações no óleo de girassol.

O estudo de correlação de Pearson demonstrou correlação positiva entre a produção de metano com base na matéria seca degradada e as variáveis V1+V2 ( $r=0,40$ ;  $p=0,0371$ ), DEMS5 ( $r=0,43$ ;  $p=0,0281$ ) e DMS96 ( $r=0,39$ ;  $p=0,0465$ ). Também foi demonstrada a correlação positiva entre PB e produção de metano com base na matéria seca ( $r=0,3741$ ;  $p=0,05$ ). Assim, além da importante influência dos lipídios, o maior teor de PB junto ao menor teor de fibras e a baixa degradabilidade encontrados nas silagens dos híbridos BRS 323, BRS 415, BRS 417, ALTIS 99 e SYN 045 podem ter contribuído para a menor produção *in vitro* de metano.

## 5. CONCLUSÕES

Os dados obtidos neste estudo indicam que os híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, BRS 321, ALTIS 99 e SYN 045 apresentaram produtividade de forragem relativamente baixa e suas silagens tiveram baixa degradabilidade, mas com altos e variáveis teores de gordura. De forma estratégica, essas silagens podem ser utilizadas na alimentação de ruminantes, principalmente em regiões que enfrentam a escassez hídrica e altas variações na temperatura causadas pelas mudanças climáticas. Logo, a viabilidade econômica do cultivo do girassol pode ser favorável e deve ser baseada no custo-benefício frente aos desafios edafoclimáticos encontrados na região.

Os híbridos BRS 323, BRS 415, BRS 417, ALTIS 99 e SYN 045 proporcionaram silagens com baixa produção de metano, possivelmente influenciada pelos maiores teores de EE, PB e lignina e os menores teores de FDNcp e FDAcp. Finalmente, os híbridos ALTIS 99 e SYN 045 destacaram-se por apresentarem produtividade e maiores valores de degradabilidade da matéria seca e produção de gases, o que sugere superioridade quanto à capacidade de fermentação ruminal.

## 6. REFERÊNCIAS

Arcuri, P.B.; Lopes, F.C.F.; Carneiro, J.C. 2011. Microbiologia do Rumen. In: Berchielli, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira, S.G. (Eds) *Nutrição de Ruminantes*. Ed. FUNEP, Jaboticabal, São Paulo. 2. ed., p. 115-160.

Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1990. *Official methods of analysis*. 16th, Washington: AOAC, 1117p.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. *Official methods of analysis*. 16th. Washington: AOAC, 2000p.

Bolsen, K.K.; et al. 1992. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *J. Dairy Sci.*, v. 75, n. 11, p. 3066-3083. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(92)78070-9

Cantet, J.M.; Colombatto, D.; Jaurena, G. 2015. Methane production and *in vitro* digestibility of low quality forages treated with a protease or a cellulase. *Anim. Prod. Sci.*, 7 p. DOI: 10.1071/an14988

Castro, C. et al. 1996. A cultura do girasol: tecnologia de produção. *Documentos*, Embrapa-CNPSO, n. 67, 20 p.

Castro, C. et al. 2015. Arranjos de plantas na produtividade do girassol. Londrina, PR. *Documentos*, Embrapa-CNPSO, n. 432, p. 78-81.

Castro, C.; Farias, J.R.B. 2005. Ecophysiology of sunflower. In: Milk RMVB, Brighenti, A.M.; Castro, C. (Eds). *Sunflower in Brazil*. Londrina: Brazilian Agricultural Research Corporation – CNPSO, p. 163-210.

Côrt, A.S.D. et al. 2021. Accumulation and efficiency of nutrient use in crop systems in second crop under no-tillage. *Pesqui. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 56, 12 p. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.01879

Dalchiavon, F.C. et al. 2021. Agronomic traits and their correlations in sunflower hybrids adapted to second crop. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.51, n.11, p.1806-1812. DOI: 10.1590/S0100-204X2016001100002

Denek, N.; Aydin, S.S.; Can, A. 2016. The effects of dried pistachio (*Pistachio vera* L.) by-product addition on corn silage fermentation and *in vitro* methane production, *J. Appl. Anim. Res.*, v. 45, n.1, p. 185-189. DOI: 10.1080/09712119.2016.1141778

Amorim, D.S. et al. 2020. Fermentation profile and nutritional value of sesame silage compared to usual silages, *Ital. J. Anim. Sci.*, v. 19, n. 1, p. 230-239. DOI: 10.1080/1828051X.2020.1724523

Elghandour, M.M.Y. et al. 2016. *In vitro* gas and methane production of two mixed rations influenced by three different cultures of *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Appl. Anim. Res.*, v. 45, n. 1, p. 389-395. DOI: 10.1080/09712119.2016.1204304

Ellis, J.L. et al. 2016. Effect of lactic acid bacteria inoculants on *in vitro* rumen organic matter digestibility, total gas and methane production. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, v. 211, p. 61–74. DOI: 10.1111/gfs.12452

Evangelista, A.R.; Lima, J.A. 2001. Utilização de silagem de girassol na alimentação animal. In: Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. *Anais...* Maringá, UEM/CCA/DZO, 2001. 319 p.

Fisher, D.S.; Burns, J.C. 1987. Quality analysis of summer-annual forages. II. Effects of carbohydrate constituents on silage fermentation. *Agron. J.*, v. 79, n. 2, p. 242-248. DOI: 10.2134/agronj1987.00021962007900020014x

France, J.; Dhanoa, M.S.; Theodorou, M.K. 1993. A model to interpret gas accumulation profiles with "*in vitro*" degradation of ruminants feeds. *J. Theor. Biol.*, v. 163, p. 99-111. DOI: 10.1006/jtbi.1993.1109

Gonçalves, L.C.; Tomich, T.R.; Pereira, L.G.R. 2000. Produção e utilização de silagem de girassol. In: Simpósio de Forragicultura e Pastagens, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA, p.203-236.

Gonçalves, N.P. et al. 1981. Época, espaçamento, densidade de plantio e irrigação para a cultura do girassol. *Inf. Agropec.*, v. 7, p. 78-80.

Gutiérrez, E.C. et al. 2020. Production performance, nutrient digestibility, and milk composition of dairy ewes supplemented with crushed sunflower seeds and sunflower seed silage in corn silage-based diets. *Anim.*, v. 10, n. 12, p. 2354. DOI: 10.3390/ani10122354

IPCC. 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of working group I to the sixth Assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press.

Jayme, D.G. et al. 2007. Quality of silages of sunflower genotypes (*Helianthus annuus*) confectioners and oil producers. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.c59, n.c5, p.c1287-1293. DOI: 10.1590/S0102-09352007000500028

Jayme, D.G. et al. 2009. Evaluation of four sunflower (*Helianthus annuus*) genotypes (Rumbosol 91, Victoria 627, Victoria 807, and Mycogen 93338) silages by semi-automated *in vitro* gas production technique. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 61, n. 6, p. 1403-1410. DOI: 10.1590/S0102-09352009000600021

Johnson, K.; Johnson D. 1995. Methane emissions from cattle. *J. Anim. Sci.*, v. 73, p. 2483–2492. DOI: 10.2527/1995.7382483x

Junges, D. et al. 2017. Short communication: influence of various proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. *J. Dairy Sci.*, V. 100, n. 11, p. 1-4. DOI: 10.3168/Jds.2017-12943.

Lamm, F.R.; Aiken, R.M.; Aboukheira, A.A. 2011. Irrigation research with sunflowers in Kansas. In: *Proc. 23rd annual Central Plains Irrigation Conference*, Feb. 22-23, 2011, Burlington, Colorado. Available from CPIA, 760 N. Thompson, Colby, Kansas. pp. 169-180.

Lania, B.G. et al. 2019. Topical essential fatty acid oil on wounds: local and systemic effects. *PLoS One*, v. 14, n. 1, e0210059. DOI: 10.1371/journal.pone.0210059

Lee, H.J. et al. 2003. Methane production potential of feed ingredients as measured by *in vitro* gas test. *NLRI*, Suwon, Korea. p. 1143-1150. DOI: 10.5713/ajas.2003.1143

Leite, L.A. et al. 2017. Performance of lactating dairy cows fed sunflower or corn silages and concentrate based on citrus pulp or ground corn. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 46 n. 1, p. 56–64. DOI: 10.1590/S1806-92902017000100009

Leite, R.M.V.B.; Brighenti, A.M.; Castro, C. De. 2005. *Girassol no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, 641 p. ISBN: 8570330057, 9788570330055

Liu, Z. et al. 2017. Enteric methane conversion factor for dairy and beef cattle: effects of feed digestibility and intake level. *Trans. Asabe*. v. 60, p. 459-464. DOI: 10.13031/Trans.11744.

Machado, F.S. et al. 2015. Energy partitioning and methane emission by sheep fed sorghum silages at different maturation stages. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 67, n. 3, p. 790-800. DOI: 10.1590/1678-4162-7177

Maia, M.R.G. et al. 2007. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. *Antonie van Leeuwenhoek*, v. 91, p. 303–314. DOI: 10.1007/s10482-006-9118-2

Maurício, R.M. et al. 2003. Potencial da técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases para avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.1013-1020.

Mauricio, R.M.; Mould, F.L.; Dhanoa, M.S. 1999. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, v. 79, p. 321-330. DOI: 10.1016/S0377-8401(99)00033-4

Mcdonald, P.; Henderson, A.R.; Heron, S. 1991. The biochemistry of silage. 2. ed. Marlow: *Chalcombe Publications*, 340 p.

McKersie, B.D. 1985. Effect of pH on proteolysis in ensiled legume forage. *Agron. J.*, v. 77, n. 1, p. 81-86. DOI: 10.2134/agronj1985.00021962007700010019x

Mello, R. et al. 2006. Características fenológicas, produtivas e qualitativas de girassol em diferentes épocas de semeadura para produção de silagem. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 35, n. 3, p. 672-682. ISSN on-line: 1806-9290

Mir, P.S. et al. 2001. Vegetable oil in beef cattle diets. In: Beauchemin, K. A.; Crews, D.H. (Ed.). *Advances in beef cattle science. Lethbridge Research Centre*, v.1, p.88-104.

Muck, R.E. 1988. Factors influencing silage quality and their implications for management. *J. Dairy Sci.*, v. 71, n. 11, p. 2992-3002. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(88)79897-5

Nagaraja, T.G. et al. 1997. Manipulation of ruminal fermentation. In.: Hobson, P.N., Stewart, C.S. (Eds). *The rumen microbial ecosystem. Blackie academic & professional*, London. p. 523-632.

Nogueira, U.T. et al. 2006. Prediction of DMD from gas production for substrates with high and low soluble carbohydrate content. *BSAP Occas. Publ.*, v. 34, p. 29–33. DOI: 10.1017/s1463981500042229

Nurk, L.; Bühle, L.; Wachendorf, M. Degradation of fibre and non-fibre fractions during anaerobic digestion in silages of maize, sunflower and sorghum-sudangrass of different maturities. *Bioenerg. Res.*, v. 9, n. 3, 11 p. DOI: 10.1007/s12155-016-9717-3

Orskov, E.R.; McDonald, T. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, v.92, p.499-503. DOI: 10.1017/S0021859600063048

Pal, K.; Amlan K.P.; Sahoo, A. 2015. Evaluation of feeds from tropical origin for *in vitro* methane production potential and rumen fermentation *in vitro*. *Span. J. Agric. Res.*, v. 13, n. 3, 12 p. ISSN on line: 2171-9292

Palmquist, D.L.; Mattos, W.R.S. 2011. Metabolismo de lipídios. In: Berchieli, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira, S.G. *Nutrição de ruminantes*. FUNEP, Jaboticabal, São Paulo. 2011. p. 304-305.

Peixoto, C.P. et al. 2021. Cultivation of intercropped sunflower in ILP system with and without herbicide/graminicide application. *Braz. J. Dev.*, Curitiba, v. 7, n.1, p. 10513-10528. DOI: 10.34117/bjdv7n1-717

Pereira Neto, M.; Maciel, F.C.; Vasconcelos, R.M.J. 2009. *Produção e uso de silagens*. 1. ed. Natal: EMPARN, 30p.

Pereira, L.G. R. et al. 2009. Silagem de girassol para bovinos leiteiros. In: *Alimentos para gado de leite*. Ed. FEPMVZ, Belo Horizonte. p. 576.

Pereira, L.G.R. et al. 2005. Avaliação das silagens de girassol (híbrido m734) obtidas em diferentes épocas de ensilagem pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. *Braz. J. vet. Res. anim. Sci.*, v. 42, n. 4, p. 276-283. DOI: 10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2005.26422

Pizzarro, E.A. 1978. Conservação de forragens. I. Silagem. *Inf. Agropec.*, v. 4, n. 47, p. 20-30.

Sainz-Ramírez, A. et al. 2021a. Effect of the inclusion of sunflower silage for cows in small-scale dairy systems in the highlands of Mexico. *Livest. Sci.*, v. 12, p. 95-102. DOI: 10.33259/JLivestSci.2021.95-102

Sainz-Ramírez, A. et al. 2021b. Productive, economic, and environmental effects of sunflower (*helianthus annuus*) silage for dairy cows in small-scale systems in central Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.*, v. 53, 11 p. DOI: 10.1007/s11250-021-02708-0

Santos, A.R. et al. 2011. Desempenho de híbridos de girassol sob irrigação nas condições do semiárido. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* v. 12, n. 3, p. 594-606. ISSN: 1519-9940

Santos, C.B. 2020. Production and quality of sunflower and Paiaguas palisadegrass silage in monocropped and intercropping in different forage systems. *Acta Scientiarum. Anim. Sci.*, v. 42, 8 p. DOI: 10.4025/actascianimsci.v42i1.48304

Santos, J.M.S. et al. 2021. Agronomic characteristics of sunflowers intercropped in the ILP system. *J. Anim. Sci.*, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 10481-10493. DOI: 10.34117/bjdv7n1-714

Schofield, P.; Pell, A.N. 1995. Validity of using accumulated gas pressure readings to measure forage digestion *in vitro*: A comparasion involving three forages. *J. Dairy Sci.*, v.78, p.2230-2238. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(95)76850-3



Shahunja, K.M. et al. 2021. Effect of topical applications of sunflower seed oil on systemic fatty acid levels in under-two children under rehabilitation for severe acute malnutrition in Bangladesh: a randomized controlled trial. *Nutr. J.*, v. 20, n. 1, 17 p. DOI: 10.1186/s12937-021-00707-3

Silva, A.G.Da. et al. 2009. Efeitos do espaçamento entre linhas nos caracteres agronômicos de três híbridos de girassol cultivados na safrinha. *Pesqui. Agropecu. Trop.*, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 105-110. ISSN 1517-6398

Silva, W.J. 1891. Aptidões climáticas para as culturas do girassol, da mamona e do amendoim. *Inf. Agropec.*, v. 7, n. 82, p. 24-28.

Solasi, A.D.; Mundstock, C.M. 1992. Épocas de semeadura e características do capítulo de cultivares de girassol. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v. 27, n. 3, p. 873-879.

Sousa, S.A., et al. 2021. Agronomic characterization of sunflower cultivars for animal feeding in tropical conditions. *Biosc. J.*, v. 37, e37050. DOI: 10.14393/BJ-v37n0a2021-53618

Taiz, L. et al. 2017. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. [Tradução: Alexandra Antunes Mastroberti ... et al.], 6. Ed. Porto Alegre: Artmed. SBN: 978-85-8271-367-9.

Tomich, T.R. et al. 2003. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 55, n. 6, p.756-762. DOI: 10.1590/S0102-09352003000600013

Tomich, T.R. et al. 2004. Características químicas e digestibilidade *in vitro* das silagens de girassol. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 33, supl. 1, p. 1672-1682. DOI: 10.1590/S1516-35982004000700005

Tomich, T.R. et al. 2015. Composição química, cinética de fermentação ruminal e produção de metano *in vitro* de silagens da variedade de sorgo sacarino BRS 506 em distintos estádios de maturação das plantas. In: XIII Congresso Internacional Do Leite. Porto Alegre. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa, 2015. 4 p.

Torsi, H.; Silveira, A.C.; Faria, V.P. et al. 1975. Avaliação do girassol (*Helianthus annuus*) como planta para a ensilagem. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v. 4, p. 39-48.

Valadares Filho, S.C., Lopes, S.A. et al., CQBAL 4.0. *Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes*. 2018. Disponível em: [www.cqbal.com.br](http://www.cqbal.com.br). Acessado em: 20 jan. 2022.

Van Soest, P.J. (Ed). 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 476 p.

Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, p. 3583-3597. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2

Zago, C.P. 1992. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: Manejo cultural do sorgo para forragem. *Circular técnica*, Embrapa-CNPMS, n. 17, p. 9-26.

Zang, C.M. et al. 2008. Effect of octadeca carbon fatty acids on microbial fermentation, methanogenesis and microbial flora *in vitro*. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, v. 146, p. 259–269. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2008.01.005

Zang, X.M. et al. 2019. Corn oil supplementation enhances hydrogen use for biohydrogenation, inhibits methanogenesis, and alters fermentation pathways and the microbial community in the rumen of goats. *J. Anim. Sci.*, 37 p. DOI: 10.1093/jas/skz352

Tabela 1. Parâmetros agrônômicas dos híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, BRS 321, ALTIS 99 e SYN 045

Item	Híbrido						EPM	p-valor
	BRS 323	BRS 415	BRS 417	BRS 321	ALTIS 99	SYN 045		
DC (cm)	24,73	22,70	23,18	23,50	24,27	23,70	0,80	>0,5
ALT (cm)	160,25 c	163,69 bc	136,50 d	135,28 d	179,33 ab	180,80 a	5,37	0,0004
Q (%)	8,96 c	13,92 ab	15,62 a	2,91 d	10,76 bc	10,22 c	1,14	0,001
AC (%)	8,05 a	2,34 bc	0,42 c	2,24 bc	1,16 c	5,43 ab	1,19	0,007
<i>stand</i> (plantas/ha)	21.798 ab	22.522 a	26.162 a	17.237 b	27.193 a	23.158 a	1.501	0,031
Q+AC (% do <i>stand</i> )	17,01 a	16,26 a	16,04 a	5,15 c	11,92 b	15,65 ab	1,06	0,001
PMV (Kg)	11.900 b	10.750 bc	8.917 c	5.985 d	17.510 a	11.360 b	613	>0,0001
PMS (Kg)	2.169 c	2.599 bc	2.418 bc	2.222 c	4.048 a	3.268 ab	281	0,008

AC, proporção de plantas acamadas; ALT, altura das plantas; DC, diâmetro de capítulo; EPM, erro padrão da média; PMS, produção de matéria seca. PMV, produção de matéria verde; Q, proporção de plantas quebradas; Q+AC (% do *stand*), proporção de plantas quebradas e acamadas do *stand*; abc: Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si dentro de cada híbrido (teste Fisher;  $\alpha = 0,05$ ).

Tabela 2. Composição química das frações das plantas dos híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, BRS 321, ALTIS 99 e SYN 045

F	G	MS	PB	EE	FDNcp	HCEL	FDAcp	CEL	LIG	MM	MO	DIVMS	CHOT	CNF
CAP	BRS 323	18,6 c	14,1	23,4	39,9 b	15,7 b	23,4	17,8	5,6 bc	5,3 bc	94,7 ab	61,2 bc	57,2	17,2
	BRS 415	30,9 b	14,4	23,6	38,6 b	16,2 b	22,6	16,4	6,2 abc	6,1 bc	93,9 b	64 abc	55,9	17,4
	BRS 417	27,1 bc	13,3	24,9	47,0 a	17,6 b	26,6	15,3	7,3 ab	7,4 a	92,6 c	64,6 abc	54,4	11,0
	BRS 321	34,5 a	14,7	19,5	41,2 b	17,4 b	24,1	18,4	5,8 bc	5,4 bc	94,6 ab	60,9 c	60,4	19,2
	ALTIS 99	30,1 b	14,9	23,4	41,0 bb	16,8 b	24,6	15,8	4,6 c	5,8 bc	94,1 b	66,2 ab	55,8	14,8
	SYN 045	27,2 b	14,3	25,8	42,1 b	18,0 a	24,4	16,6	5,1 bc	4,3 c	95,6 ab	66,9 a	55,6	13,5
HF	BRS 323	18,8 c	6,2	1,0	57,9 bc	13,3 b	49,8	32,6	11,8 ab	13,6 bc	86,4 abc	35,0 ab	78,1	19,6
	BRS 415	26,9 b	6,2	0,7	57,5 bc	13,3 b	48,7	32,3	11,8 ab	13,4 bc	86,5 abc	32,6 bc	79,6	22,1
	BRS 417	25,8 bc	5,9	0,6	56,8 c	13,0 b	48,6	32,7	10,7 b	12,8 c	87,2 ab	39,6 a	80,7	23,9
	BRS 321	46,6 a	5,0	0,8	66,2 a	13,5 b	54,5	32,1	12,3 ab	15,2 ab	84,8 c	28,8 c	78,9	29,3
	ALTIS 99	27,4 b	4,9	0,5	66,3 a	15,8 b	56,0	36,9	12,5 ab	14,1 abc	85,8 bc	32,8 bc	80,4	14,1
	SYN 045	28,8 b	6,1	1,1	61,3 bc	20,1 a	48,5	31,2	11,4 ab	13,4 bc	86,6 abc	39,4 a	79,4	18,0
p-Valor	F	> 0,5	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,110
	G	0,001	> 0,5	0,059	0,030	0,005	0,061	> 0,5	> 0,5	0,161	0,161	0,0001	> 0,5	> 0,5
	F*G	> 0,5	0,359	0,067	0,005	0,083	0,068	0,383	0,029	0,006	0,006	0,079	0,249	> 0,5
EPM		4,1	0,7	1,0	3,7	0,7	1,7	1,7	0,6	0,5	0,5	1,7	1,6	5,7

CAP, capítulo; CEL, celulose; CHOT, carboidratos totais; CNF, carboidratos não fibrosos; DIVMS, digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tilley e Terry, 1963). EE, extrato etéreo; EPM, erro padrão da média; F\*G, interação entre fração e híbrido; F, fração; FDNcp, fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDAcp, fibra em detergente ácido corrigido para cinzas e proteína; G, híbrido; HCEL, hemiceluloses; HF, haste com folhas; LIG, lignina; MM, matéria mineral; MO, matéria orgânica; MS, matéria seca; PB, proteína bruta.

abc: médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si na comparação de híbridos dentro de cada fração (teste Fisher;  $\alpha = 0,05$ ).

Tabela 3. Composição química e degradabilidade das silagens dos híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, BRS 321, ALTIS 99 e SYN 045

Item (%)	Híbrido						EPM	p-valor
	BRS 323	BRS 415	BRS 417	BRS 321	ALTIS 99	SYN 045		
MS	19,8	26,3	27,6	28,3	26,3	28,4	2,4	0,202
MM	9,0	10,6	8,2	9,4	13,3	8,8	1,3	0,125
MO	91,0	89,4	91,8	90,6	86,7	91,2	1,3	0,125
PB	10,5	9,0	10,6	11,0	9,4	10,6	0,6	0,143
EE	15,0 ab	9,1 c	18,3 a	12,8 bc	12,7 bc	16,6 ab	1,5	0,007
FDNcp	44,1 cd	48,6 b	46,8 bcd	54,2 a	48,0 bc	43,6 d	1,4	0,002
HCEL	11,8 b	14,4 b	16,9 b	27,2 a	13,3 b	15,0 b	1,8	<0,001
FDAcP	29,3 bc	30,7 ab	25,8 d	28,8 bc	32,2 a	27,2 cd	0,8	<0,001
CEL	22,9 ab	22,9 ab	19,8 cd	21,5 bc	24,8 a	18,5 d	0,9	0,001
LIG	9,1	10,7	8,5	10,1	10,3	9,5	0,5	0,054
CHOT	65,5	71,3	63,0	66,8	64,6	64,0	2,0	0,094
CNF	21,4 a	22,6 a	16,3 ab	12,6 b	16,6 ab	20,4 a	2,1	0,048
pH	4,95	5,16	5,14	5,15	5,05	5,12	0,26	>0,5
N-NH <sub>3</sub> /NT	20,8	17,3	29,4	14,3	24,1	16,7	5,3	0,069
DIVMS96	43,7	38,6	44,1	-	42,4	44,4	1,4	0,106

CHOT, carboidratos totais; CNF, carboidratos não fibrosos; DIVMS, degradabilidade *in vitro* da matéria seca com 96 horas de incubação. EE, extrato etéreo; EPM, erro padrão da média; F\*G, interação entre fração e híbrido; F, fração; FDNcp, fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDAcp, fibra em detergente áci do corrigido para cinzas e proteína; G, híbrido; HCEL, hemiceluloses; HF, haste com folhas; LIG, lignina; MM, matéria mineral; MO, matéria orgânica; MS, matéria seca; N-NH<sub>3</sub>/NT, nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total; PB, proteína bruta.

abc: médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si dentro de cada híbrido (teste Fisher;  $\alpha=0,05$ ).

Tabela 4. Parâmetros de cinética de degradação ruminal (Orskov & McDonald, 1979) obtidos pela fermentação *in vitro* das silagens dos híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, ALTIS 99 e SYN 045

item	Híbrido					EPM	p-valor
	BRS 323	BRS 415	BRS 417	ALTIS 99	SYN 045		
A (%)	21,58 a	14,95 b	22,73 a	19,85 ab	22,36 a	1,620	0,029
B (%)	24,00	23,33	24,17	25,38	23,21	1,297	> 0,50
A + B (%)	45,58 a	38,28 b	46,90 a	45,24 a	45,56 a	1,643	0,020
C (%/h)	0,05	0,05	0,03	0,02	0,04	0,008	0,270
DEMS2 (g/Kg)	41,9	37,1	42,3	41,0	43,1	1,3	0,050
DEMS5 (g/Kg)	39,3 a	34,9 b	39,8 a	38,9 a	41,1 a	1,3	0,039

A, fração solúvel da silagem analisada; B, fração potencialmente degradável da silagem analisada; C, taxa de degradação da fração B; DEMS2, degradabilidade efetiva da matéria seca na taxa de passagem 2%/h; DEMS5, degradabilidade efetiva da matéria seca na taxa de passagem 5%/h; EPM, erro padrão da média.

abc: médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si dentro de cada híbrido (teste Fisher;  $\alpha=0,05$ ).

[Digite aqui]

Tabela 5. Parâmetros de cinética de ruminal e produção de gases (Schofield & Pell, 1993) obtidos pela fermentação *in vitro* das silagens dos híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, ALTIS 99 e SYN 045

Item	Híbrido					EPM	p-valor
	BRS 323	BRS 415	BRS 417	ALTIS 99	SYN 045		
V1 (mL/gMS)	57,85 a	47,52 ab	45,73 bc	33,31 d	35,19 cd	3,752	0,002
C1 (mL/gMS/h)	0,033 a	0,027 ab	0,026 ab	0,016 c	0,022 bc	0,002	0,001
V2 (mL/gMS)	15,98 c	14,16 c	31,58 b	55,88 a	55,56 a	3,793	<0,0001
C2 (mL/gMS/h)	0,15 a	0,14 a	0,068 b	0,048 b	0,060 b	0,016	0,001
V1 + V2 (mL/gMS)	73,83 c	61,68 d	77,32 bc	89,19 ab	90,75 a	3,988	0,001
TC (hh:mm)	1:37	1:47	1:51	1:21	1:26	0:27	> 0,50

C1, taxa de degradação para a fração de carboidratos fibrosos; C2, taxa de degradação para a fração de carboidratos não fibrosos; EPM, erro padrão da média; V1, volume máximo de gases produzidos pela fração CF; V2, volume máximo de gases produzidos pela fração CNF; TC, tempo de colonização.

abc: médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si dentro de cada híbrido (teste Fisher;  $\alpha=0,05$ ).

Tabela 6. Produção de metano por grama de matéria seca incubada (CH<sub>4</sub> mg/g MSi) e por grama de matéria seca digerida (CH<sub>4</sub> mg/g MSd) das silagens dos híbridos de girassol BRS 323, BRS 415, BRS 417, ALTIS 99 e SYN 045 após 24 horas de incubação *in vitro*

item	Híbrido					EPM	p-valor
	BRS 323	BRS 415	BRS 417	ALTIS 99	SYN 045		
CH <sub>4</sub> (mg/g MSi)	1,89	1,49	1,91	1,66	1,89	0,26	>0,5
CH <sub>4</sub> (mg/g MSd)	5,42	4,68	5,63	5,18	5,22	0,68	>0,5

EPM, erro padrão da média, CH<sub>4</sub>, produção de metano.

[Digite aqui]

Figura 1. Degradabilidade da matéria seca (DMS) dos cinco híbridos de girassol avaliados no ensaio *in vitro* pela técnica semiautomática de produção de gases.

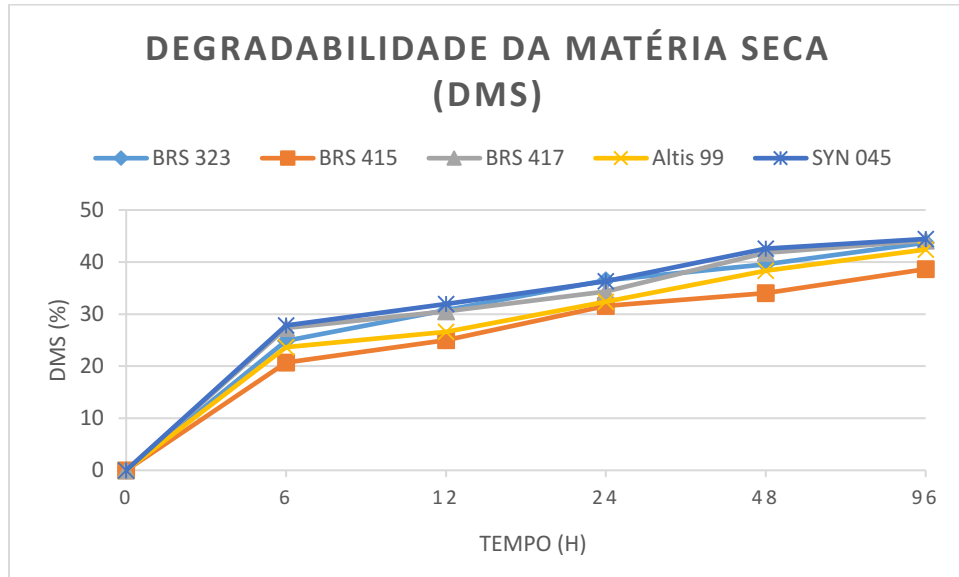


Figura 2. Produção cumulativa de gases (PCG) dos cinco híbridos de girassol avaliados no ensaio *in vitro* pela técnica semiautomática de produção de gases.

